

# Оглавление.

Введение. ....	7
Глава 1. Сложные динамические системы и их модели. ....	10
Моделирование при объектно-ориентированном анализе сложных технических систем. ....	10
Требования к инструментальным средствам моделирования. ....	21
Глава 2. Анализ существующих подходов к объектно-ориентированному моделированию сложных динамических систем. ....	28
Существующие подходы к компонентному моделированию. ....	28
Существующие подходы к моделированию гибридных систем. ....	30
Гибридное поведение в модели сложной динамической системы. ....	30
Гибридные модели в инструментальных средствах для «больших» ЭВМ. ....	36
Гибридные модели в современных инструментах моделирования. ....	40
Гибридные модели на базе формализма «гибридный автомат». ....	47
Существующие языки объектно-ориентированного моделирования. ....	52
Simula-67 и НЕДИС. ....	52
ObjectMath. ....	53
Omola. ....	54
Modelica. ....	56
Объектно-ориентированное моделирование карт состояний. ....	59
Инструменты «блочного моделирования». ....	59
Анализ существующих языков ООМ применительно к моделированию сложных динамических систем. ....	60
Глава 3. Математические модели сложной динамической системы. ....	63
Математические модели непрерывной системы. ....	63
Математические модели непрерывной изолированной системы. ....	63
Компонентные модели непрерывных систем. ....	68
Пустая непрерывная система. ....	73
Преобразование описания непрерывной системы к вычислимой форме. ....	73

Математические модели гибридного автомата. ....	83
Последовательный гибридный автомат. ....	83
Обобщенный гибридный автомат. ....	88
Гибридное время. ....	92
Эквивалентный последовательный гибридный автомат. ....	94
Иерархический гибридный автомат. ....	96
Принцип синхронной композиции гибридных автоматов. ....	97
Правила интерпретации синхронного параллельного гибридного автомата. ....	101
Явная синхронизация гибридных автоматов с помощью сигналов. ....	103
Глава 4. Язык объектно-ориентированного моделирования сложных динамических систем. ....	105
Объекты и классы. ....	105
Пакеты и проект. ....	111
Переменные. ....	114
Типы данных. ....	116
Скалярные типы. ....	117
Регулярные типы. ....	119
Комбинированный тип (запись). ....	120
Явно определяемые типы. ....	121
Сигналы. ....	122
Автоматическое приведение типов. ....	122
Система уравнений. ....	123
Карта поведений. ....	123
Структурная схема. ....	127
Объекты. ....	127
Связи. ....	128
Регулярная структура. ....	129
Переменная структура. ....	130

Правила видимости.....	132
Наследование классов.....	134
Добавление новых элементов описания.....	135
Переопределение унаследованных элементов.....	135
Полиморфизм.....	138
Язык управления экспериментом.....	139
Функциональный стиль моделирования.....	142
Использование пассивных объектов.....	147
Глава 5. Архитектура программных средств автоматизации моделирования сложных динамических систем.....	150
Общая структура.....	150
Средства редактирования математической модели.....	154
Средства генерации программы модели.....	158
Интегрированная среда.....	160
Исполняющая система.....	161
Определения базовых классов.....	162
Численные библиотеки.....	162
Блок продвижения модельного времени.....	164
Алгоритм продвижения гибридного модельного времени.....	166
Реализация условных уравнений.....	179
Реализация функции временной задержки в гибридной модели.....	180
Процессы обновления диаграмм.....	183
Процесс синхронизации с реальным временем.....	186
Процесс останова по условию.....	189
Интерактивное взаимодействие с пользователем.....	189
Распределенные модели гибридных систем.....	190
Комплексный моделирующий стенд.....	193
Язык программирования сверхвысокого уровня.....	195
Заключение.....	200

Литература.....	201
Приложение 1. Примеры гибридных систем.....	210
Пример 1: прыгающий мячик.....	210
Пример 1 в подсистеме Simulink пакета MATLAB.....	211
Пример 1 на языке Modelica.....	212
Пример 1 в пакете Model Vision Studium.....	213
Пример 2: мячик, падающий на пружину.....	213
Пример 2 в подсистеме Simulink пакета MATLAB.....	214
Пример 2 на языке Modelica.....	215
Пример 2 в пакете Model Vision Studium.....	215
Пример 3: отрывающийся маятник.....	217
Пример 3 в подсистеме Simulink пакета MATLAB.....	219
Пример 3 на языке Modelica.....	221
Пример 3 в пакете Model Vision Studium.....	223
Пример 4: выпрямитель.....	225
Пример 4 на языке Modelica.....	226
Пример 4 в пакете Model Vision Studium.....	226
Пример 5. Синхронная и асинхронная композиция гибридных автоматов.....	227
Приложение 2. Примеры моделей на языке MVL.....	231
Пример 1. Синхронизация с помощью сигнала: часы с боем.....	231
Пример 2. Компонентная модель отрывающегося маятника.....	233
Вариант 1. Использование локальных классов.....	233
Вариант 2. Использование независимых классов.....	235
Пример 3. Наследование. Двумерное движение в воздухе.....	237